

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/006546

International filing date: 28 March 2005 (28.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-109018  
Filing date: 01 April 2004 (01.04.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 28 April 2005 (28.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 4 年 4 月 1 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 1 0 9 0 1 8

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号

The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

J P 2 0 0 4 - 1 0 9 0 1 8

出 願 人  
Applicant(s): ヤマハ発動機株式会社

2 0 0 5 年 4 月 1 3 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】	特許願
【整理番号】	PY51561JP0
【あて先】	特許庁長官 殿
【国際特許分類】	H01M 8/00
【発明者】	
【住所又は居所】	静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機株式会社内
【氏名】	村松 恭行
【特許出願人】	
【識別番号】	000010076
【氏名又は名称】	ヤマハ発動機株式会社
【代理人】	
【識別番号】	100101351
【弁理士】	
【氏名又は名称】	辰巳 忠宏
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	049157
【納付金額】	16,000円
【提出物件の目録】	
【物件名】	特許請求の範囲 1
【物件名】	明細書 1
【物件名】	図面 1
【物件名】	要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

電気化学反応によって電気エネルギーを発生させる燃料電池セルスタック、  
前記燃料電池セルスタックから排出される水を収容する水タンク、  
前記燃料電池セルスタックと前記水タンクとを接続する第 1 経路、  
メタノール水溶液を収容する水溶液タンク、および  
前記水タンクと前記水溶液タンクとを接続する第 2 経路を備え、  
前記燃料電池セルスタックの発電終了後に、前記水タンク内の水を前記第 2 経路を介して前記水溶液タンクへ還流させることを特徴とする、燃料電池システム。

【請求項 2】

前記燃料電池セルスタックの発電終了後に、さらに前記燃料電池セルスタック内および前記第 1 経路内の水を前記水タンクおよび前記第 2 経路を介して前記水溶液タンクへ還流させることを特徴とする、請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 3】

前記燃料電池システムの温度情報に基づいて前記水を前記水溶液タンクへ還流させることを特徴とする、請求項 2 に記載の燃料電池システム。

【請求項 4】

前記水を前記水溶液タンクへ還流させた後、所定時間後に再度前記水溶液タンクへ水を還流させる処理を行うことを特徴とする、請求項 2 に記載の燃料電池システム。

【請求項 5】

水溶液タンクの容積を  $V$ 、発電中における水溶液タンク内のメタノール水溶液の体積を  $v_1$ 、水タンクに収容可能な水の体積を  $v_2$ 、第 1 経路内に残留しうる水の体積を  $v_3$ 、第 2 経路内に残留しうる水の体積を  $v_4$ 、燃料電池セルスタック内に残留しうる水の体積を  $v_5$ 、メタノール燃料の濃度を  $p_1$ 、メタノール水溶液の最高濃度を  $p_2$  とすると、前記水溶液タンクの容積は、

【数 1】

$$V \geq v_1 + (v_2 + v_3 + v_4 + v_5) \times \left(1 + \frac{p_2}{p_1 - p_2}\right)$$

を満足するように構成されることを特徴とする、請求項 2 に記載の燃料電池システム。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれかに記載の燃料電池システムを用いた、輸送機器。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 燃料電池システムおよびそれを用いた輸送機器

【技術分野】

【０００１】

この発明は燃料電池システムおよびそれを用いた輸送機器に関し、より特定的には、メタノール水溶液を用いる燃料電池システムおよびそれを用いた自動二輪車等の輸送機器に関する。

【背景技術】

【０００２】

メタノール水溶液を用いる燃料電池システムとして、直接メタノール型燃料電池システムとメタノール水蒸気改質器搭載タイプの燃料電池システムとがある。一般的に、これらの燃料電池システムでは、燃料電池の反応によって生成された水は水タンクに回収され、水タンク内の水は水溶液タンクへ還流される。そして、水溶液タンクでは、還流された水と高濃度のメタノール燃料とが混合され発電に必要なメタノール水溶液が生成される。

【０００３】

ここで、水タンクから水溶液タンクへ水を還流させるための経路（水還流パイプ）が詰まってしまえば、メタノール水溶液を発電に最適な濃度に調整できず、燃料電池システムを正常に運転することができなくなる。

【０００４】

このような燃料電池システムを車両に適用した場合、当該車両を冬季に野外に放置することによって水還流パイプが凍結すれば、生成水の還流ができなくなり、その結果、メタノール水溶液の濃度を調整できなくなってしまうという問題がある。

【０００５】

このような弊害を防止する技術の一例が特許文献１において開示されている。

特許文献１では、燃料電池システムの運転が停止されると、メタノール水溶液タンクが満水状態に調整された後、水回収タンクの下部にドレン経路を介して接続された切り換えバルブが開放されて水回収タンク内および水経路内の水が排出される。

【特許文献１】 特開２０００－２１４３０

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

しかし、この技術では、ドレン経路および切り換えバルブを設ける必要があり、燃料電池システムが複雑になってしまう。

また、この技術を用いた燃料電池システムをたとえば車両に搭載した場合、当該車両を車庫などの屋内に停めると屋内で排水することになり好ましくない。

【０００７】

それゆえに、この発明の主たる目的は、外部に排水することなく簡単な構成で水タンクおよび第２経路の凍結を防止できる、燃料電池システムおよびそれを用いた輸送機器を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

上述の目的を達成するために、請求項１に記載の燃料電池システムは、電気化学反応によって電気エネルギーを発生させる燃料電池セルスタック、燃料電池セルスタックから排出される水を収容する水タンク、燃料電池セルスタックと水タンクとを接続する第１経路、メタノール水溶液を収容する水溶液タンク、および水タンクと水溶液タンクとを接続する第２経路を備え、燃料電池セルスタックの発電終了後に、水タンク内の水を第２経路を介して水溶液タンクへ還流させることを特徴とする。

【０００９】

請求項２に記載の燃料電池システムは、請求項１に記載の燃料電池システムにおいて、燃料電池セルスタックの発電終了後に、さらに燃料電池セルスタック内および第１経路内

の水を水タンクおよび第2経路を介して水溶液タンクへ還流させることを特徴とする。

【0010】

請求項3に記載の燃料電池システムは、請求項2に記載の燃料電池システムにおいて、燃料電池システムの温度情報に基づいて水を水溶液タンクへ還流させることを特徴とする。

【0011】

請求項4に記載の燃料電池システムは、請求項2に記載の燃料電池システムにおいて、水を水溶液タンクへ還流させた後、所定時間後に再度水溶液タンクへ水を還流させる処理を行うことを特徴とする。

【0012】

請求項5に記載の燃料電池システムは、請求項2に記載の燃料電池システムにおいて、水溶液タンクの容積をV、発電中における水溶液タンク内のメタノール水溶液の体積をv1、水タンクに収容可能な水の体積をv2、第1経路内に残留しうる水の体積をv3、第2経路内に残留しうる水の体積をv4、燃料電池セルスタック内に残留しうる水の体積をv5、メタノール燃料の濃度をp1、メタノール水溶液の最高濃度をp2とすると、水溶液タンクの容積は、

【数1】

$$V \geq v1 + (v2 + v3 + v4 + v5) \times \left(1 + \frac{p2}{p1 - p2}\right)$$

を満足するように構成されることを特徴とする。

【0013】

請求項6に記載の輸送機器は、請求項1から5のいずれかに記載の燃料電池システムを用いたことを特徴とする。

【0014】

請求項1に記載の燃料電池システムでは、発電終了後、水タンク内の水を第2経路を介してすべて水溶液タンクへ還流させ、水溶液タンク内のメタノール水溶液に混入する。これによって水タンク内および第2経路内に水がなくなるので、水タンクおよび第2経路の凍結を防止できメタノール水溶液濃度を良好に調整できる。また、水タンクおよび水溶液タンク間の第2経路は既存の水還流パイプを用いて構成できるのでシステム構成は複雑にならず、さらに、水タンク内のすべての水を水溶液タンクへ還流させるので、水が外部に漏れるおそれもない。なお、水溶液タンク内のメタノール水溶液は水よりも凝固点が低いので凍結しにくい。

【0015】

請求項2に記載の燃料電池システムでは、燃料電池セルスタック内および第1経路内の水も水溶液タンクへ還流させるので、燃料電池セルスタックおよび水タンク間の凍結も防止でき燃料電池セルスタックからのエアの排出および水の回収も円滑となる。

【0016】

メタノール水溶液を用いる燃料電池システムではアノード側からカソード側への水のクロスオーバーの問題がある。特に、直接メタノール型燃料電池システムでは、アノード側にメタノール水溶液を流して発電させるため、発電終了後、カソード側の流路に滞留した水分を除去した後も、アノード側に残留した水分が徐々にカソード側に浸透してくる。これは微量ではあるが燃料電池セルスタックの出口を防ぐには十分である。また、発電終了後第1経路内に滞留した飽和水蒸気分が温度低下により液化し凍結するおそれもある。そこで、請求項3に記載の燃料電池システムでは、燃料電池システムの温度情報に基づいて凍結のおそれがあると判断した場合に逐次水を水溶液タンクへ還流することによって凍結を効果的に防止できる。また、発電終了後に、定期的ではなく凍結のおそれがあると判断したときに水を水溶液タンクへ還流させるので、水の還流に要する電力消費を抑えることができる。

【0017】

請求項４に記載の燃料電池システムでは、一度水を水溶液タンクへ還流させた後、所定時間後に再度水を水溶液タンクへ還流させる処理を行うことによって、上述したアノード側からカソード側へ水がクロスオーバーしたり第１経路内の水蒸気が液化する場合であっても凍結を効果的に防止できる。

#### 【００１８】

請求項５に記載の燃料電池システムでは、水タンク内、燃料電池セルスタック内、第１経路内および第２経路内の水をすべて水溶液タンクへ還流させても水溶液タンク内のメタノール水溶液はオーバーフローせず、さらに次のシステム起動時に所望濃度のメタノール水溶液を得るために水溶液タンク内にメタノール燃料を添加しても、水溶液タンクからメタノール水溶液がオーバーフローすることなく、外部にメタノール水溶液が漏れることはない。

#### 【００１９】

請求項６に示すように、上述の燃料電池システムは輸送機器に好適に用いることができる。

#### 【発明の効果】

#### 【００２０】

この発明によれば、水タンクおよび第２経路の凍結を防止できメタノール水溶液濃度を良好に調整できる。また、水タンクおよび水溶液タンク間の第２経路は既存の水還流パイプを用いて構成できるのでシステム構成は複雑にならず、さらに、水タンク内のすべての水を水溶液タンクへ還流させるので、水が外部に漏れるおそれもない。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【００２１】

以下、図面を参照してこの発明の実施の形態について説明する。

図１を参照して、この発明の一実施形態の直接メタノール型燃料電池システム（以下、単に「燃料電池システム」という）１０は、燃料電池セルスタック１２を含む。燃料電池セルスタック１２は、電解質膜としての固体高分子膜１２ａと固体高分子膜１２ａを両側から挟むアノード（燃料極）１２ｂおよびカソード（空気極）１２ｃを含む。

#### 【００２２】

また、燃料電池システム１０は、高濃度のメタノール燃料（メタノールを約５０ｗｔ％程度含む水溶液）Ｆを収容する燃料タンク１４を含み、燃料タンク１４は燃料供給パイプ１６を介してメタノール水溶液Ｓが収容される水溶液タンク１８に接続される。燃料供給パイプ１６には燃料ポンプ２０が介挿され、燃料ポンプ２０の駆動によって燃料タンク１４内のメタノール燃料Ｆが水溶液タンク１８に供給される。

#### 【００２３】

燃料タンク１４には水位レベルセンサ１５が装着され、燃料タンク１４内のメタノール燃料Ｆの水位が検出され、また、水溶液タンク１８には水位レベルセンサ２２が装着され、水溶液タンク１８内のメタノール水溶液Ｓの水位が検出される。水溶液タンク１８は、水溶液パイプ２４を介して燃料電池セルスタック１２のアノード１２ｂに接続される。水溶液パイプ２４には、上流側から水溶液ポンプ２６、冷却ファン２８を有する熱交換器３０および水溶液フィルタ３２が順に介挿される。水溶液タンク１８内のメタノール水溶液Ｓは、水溶液ポンプ２６によってアノード１２ｂに向けて供給され、必要に応じて熱交換器３０によって冷却され、さらに水溶液フィルタ３２によって浄化されてアノード１２ｂに供給される。

#### 【００２４】

一方、燃料電池セルスタック１２のカソード１２ｃにはエアポンプ３４がエア側パイプ３６を介して接続され、エア側パイプ３６にはエアフィルタ３８が介挿される。したがって、エアポンプ３４からの酸素を含むエアがエアフィルタ３８によって浄化されたのちカソード１２ｃに与えられる。

#### 【００２５】

また、アノード１２ｂと水溶液タンク１８とはパイプ４０を介して接続され、アノード

1 2 b から排出される未反応のメタノール水溶液や生成された二酸化炭素が水溶液タンク 1 8 に与えられる。

#### 【0 0 2 6】

さらに、カソード 1 2 c にはパイプ 4 2 を介して水タンク 4 4 が接続される。パイプ 4 2 には冷却ファン 4 6 を有する気液分離器 4 8 が介挿される。カソード 1 2 c から排出される反応生成水がパイプ 4 2 を介して水タンク 4 4 に供給される。また、水溶液タンク 1 8 と水タンク 4 4 とは  $\text{CO}_2$  ベントパイプ 5 0 を介して接続され、 $\text{CO}_2$  ベントパイプ 5 0 にはメタノール水溶液 S を分離するためのメタノールトラップ 5 2 が介挿される。これによって、水溶液タンク 1 8 から排出される二酸化炭素が水タンク 4 4 に与えられる。

#### 【0 0 2 7】

水タンク 4 4 には、水位レベルセンサ 5 4 が装着され、水タンク 4 4 内の水位が検出される。また、水タンク 4 4 には排気ガスパイプ 5 6 および水ドレイン 5 8 が取り付けられ、排気ガスパイプ 5 6 からは二酸化炭素が排出され、水ドレイン 5 8 からは所定量を超えた水が排出される。また、水タンク 4 4 は水還流パイプ 6 0 を介して水溶液タンク 1 8 に接続され、水還流パイプ 6 0 には水ポンプ 6 2 が介挿される。したがって、水タンク 4 4 内の水が水ポンプ 6 2 によって水溶液タンク 1 8 へ還流される。

#### 【0 0 2 8】

水ポンプ 6 2 としては、水タンク 4 4 内や水還流パイプ 6 0 内の水分が少なくなった状態でも水還流を確実にできるようにダイヤフラムポンプが好ましい。水還流パイプ 6 0 には圧力による変形の少ない材質のものが好ましい。

#### 【0 0 2 9】

また、水還流パイプ 6 0 の水溶液タンク 1 8 への取り付け位置を、水溶液タンク 1 8 内のメタノール水溶液 S の液面より上方に設定している。これは、水溶液タンク 1 8 内の液面より下に水還流パイプ 6 0 の取り付け位置があるとメタノール水溶液 S が逆流するおそれがあるからである。水還流パイプ 6 0 に逆止弁を設けてもよい。

#### 【0 0 3 0】

パイプ 4 2 および気液分離器 4 8 によって第 1 経路 L 1 が構成され、水還流パイプ 6 0 および水ポンプ 6 2 によって第 2 経路 L 2 が構成される。

さらに、水溶液パイプ 2 4 において、熱交換器 3 0 と水溶液フィルタ 3 2 との間には、バイパスパイプ 6 4 が形成される。

#### 【0 0 3 1】

図 2 をも参照して、バイパスパイプ 6 4 にメタノール水溶液 S の濃度を検出するための濃度センサ 6 6 およびメタノール水溶液 S の温度を検出するための水溶液温度センサ 6 7 が設けられ、燃料電池セルスタック 1 2 の温度を検出するためのセルスタック温度センサ 6 8 が燃料電池セルスタック 1 2 に装着され、外気温度を検出するための外気温度センサ 7 0 がエアポンプ 3 4 近傍に設けられる。

#### 【0 0 3 2】

濃度センサ 6 6 としては、たとえばメタノール濃度変化による音速変化を測定する超音波センサが用いられる。この場合、超音波の発振板と受信板の間に水溶液を満たす。水溶液濃度の違いに応じて超音波の伝播速度が変化することから、水溶液のメタノール濃度を測できる。メタノール水溶液 S の濃度は、メタノールの重さ、屈折率、粘性、光屈折率、電気抵抗を利用して測定されてもよい。

#### 【0 0 3 3】

図 2 に示すように、燃料電池システム 1 0 は制御回路 7 2 を含む。

制御回路 7 2 は、必要な演算を行い燃料電池システム 1 0 の動作を制御するための CPU 7 4、CPU 7 4 に通常モード用クロックを与える通常モード用クロック回路 7 6、CPU 7 4 に通常モード用クロックより遅い低消費モード用クロックを与える低消費モード用クロック回路 7 7、燃料電池システム 1 0 の動作を制御するためのプログラムやデータおよび演算データ等を格納するための、たとえば EEPROM からなるメモリ 7 8、燃料電池システム 1 0 の誤動作を防ぐためのリセット IC 8 0、外部機器と接続するためのイ



ンターフェイス回路 82、燃料電池セルスタック 12 を負荷 84 に接続するための電気回路 86 における電圧を検出するための電圧検出回路 88、電気回路 86 を流れる電流を検出するための電流検出回路 90、電気回路 86 を開閉するための ON/OFF 回路 92、電気回路 86 の過電圧を防止するための電圧保護回路 94、電気回路 86 に設けられるダイオード 96、および電気回路 86 に通常モード用電圧を供給するための電源回路 98、電気回路 86 に低消費モード用電圧を供給するための電源回路 99 を含む。

#### 【0034】

このような制御回路 72 の CPU 74 には、濃度センサ 66、水溶液温度センサ 67、セルスタック温度センサ 68 および外気温度センサ 70 からの検出信号が入力され、また転倒の有無を検知する転倒スイッチ 100 からの検知信号や各種設定や情報入力のための入力部 101 から信号が与えられる。さらに、CPU 74 には、水位レベルセンサ 15、22 および 52 からの検出信号も与えられる。

#### 【0035】

また、CPU 74 によって、燃料ポンプ 20、水溶液ポンプ 26、エアポンプ 34、熱交換器用冷却ファン 28、気液分離器用冷却ファン 46 および水ポンプ 62 等の補機類が制御され、さらに各種情報を表示する表示装置 102 が制御される。

#### 【0036】

また、燃料電池セルスタック 12 には二次電池 104 が並列接続される。二次電池 104 は負荷 84 にも並列接続される。二次電池 104 は、燃料電池セルスタック 12 からの出力を補完するものであり、燃料電池セルスタック 12 からの電気エネルギーによって充電され、その放電によって負荷 84 や補機類に電気エネルギーを与える。

#### 【0037】

負荷 84 には、負荷 84 の各種データを計測するためのメーター 106 が接続され、メーター 106 によって計測されたデータや負荷 84 の状況は、インターフェイス回路 108 を介して CPU 74 に与えられる。負荷 84 は、たとえば輸送機器を駆動するモータである。

#### 【0038】

なお、メモリ 78 には、図 4 および図 5 に示す動作を実行するためのプログラム、外気温度が低いかな否かを判断するための閾値 1、セルスタック温度が低いかな否かを判断するための閾値 2、凍結防止処理を行ったかな否かを示す（行ったときに立てられる）フラグ A が記憶され、凍結防止処理を行ってからの経過時間を示す時間経過カウンタも構成される。

#### 【0039】

また、水溶液タンク 18 の容積を  $V$ 、発電中における水溶液タンク 18 内のメタノール水溶液 S の体積を  $v_1$ 、水タンク 44 に収容しうる水の体積を  $v_2$ 、第 1 経路 L1 内に残留しうる水の体積を  $v_3$ 、第 2 経路 L2 内に残留しうる水の体積を  $v_4$ 、燃料電池セルスタック 12 内に残留しうる水の体積を  $v_5$ 、メタノール燃料 F の濃度を  $p_1$ 、メタノール水溶液 S の最高濃度を  $p_2$  とすると、水溶液タンク 18 の容積  $V$  は数 1 を満足するように設定される。

#### 【0040】

##### 【数 1】

$$V \geq v_1 + (v_2 + v_3 + v_4 + v_5) \times \left(1 + \frac{p_2}{p_1 - p_2}\right)$$

#### 【0041】

数 1 において、発電中における水溶液タンク 18 内のメタノール水溶液 S の液面は水位レベルセンサ 22 より高位置にならないように設定されており、体積  $v_1$  は予め把握できる。体積  $v_2$  は、水ドレイン 58 の位置によって決定され予め把握できる。体積  $v_3$ 、 $v_4$  および  $v_5$  ならびに濃度  $p_1$  も予め把握できる。メタノール水溶液 S の濃度は 2 ~ 10 wt % 程度に設定され、その最高濃度  $p_2$  も予め把握できる。

#### 【0042】

水溶液タンク１８を数１を満足するように構成すれば、水タンク４４、第１経路Ｌ１、第２経路Ｌ２および燃料電池セルスタック１２のそれぞれの内部にある水を水溶液タンク１８へ還流させても、水溶液タンク１８内にはまだ、所望濃度のメタノール水溶液Ｓを得るために必要な量のメタノール燃料Ｆを添加できるだけの余裕がある。したがって、水溶液タンク１８からメタノール水溶液Ｓがオーバーフローすることなく、外部にメタノール水溶液Ｓが漏れることはない。また、システム起動時のメタノール水溶液Ｓの濃度を発電中の濃度より高く設定できる。

#### 【００４３】

たとえば、発電中における水溶液タンク１８内のメタノール水溶液Ｓの体積を２Ｌ（リットル）、水タンク４４に収容しうる水の体積を０．５Ｌ、第１経路Ｌ１内に残留しうる水の体積を０．１Ｌ、第２経路Ｌ２内に残留しうる水の体積を０．１Ｌ、燃料電池セルスタック１２内に残留しうる水の体積を０．３Ｌ、メタノール燃料Ｆの濃度を５０ｗｔ％、メタノール水溶液Ｓの最大濃度を１０ｗｔ％とすると、水溶液タンク１８の容積は、 $2 + (0.5 + 0.1 + 0.1 + 0.3) \times (1 + 10 / (50 - 10)) = 3.25$  Ｌ以上あればよい。

#### 【００４４】

ここで、燃料電池セルスタック１２の発電時の動作について説明する。

発電開始時には、水溶液タンク１８内に収容された高濃度のメタノール水溶液Ｓが水溶液ポンプ２６の駆動によって燃料電池セルスタック１２に向けて送られ、必要に応じて熱交換器３０で冷却され、水溶液フィルタ３２によって浄化されてアノード１２ｂに供給される。一方、酸素を含むエアがエアポンプ３４の駆動によって燃料電池セルスタック１２に向けて送られ、エアフィルタ３８によって浄化されカソード１２ｃに供給される。

#### 【００４５】

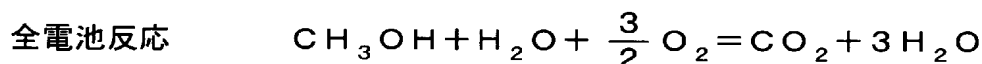
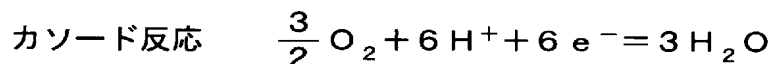
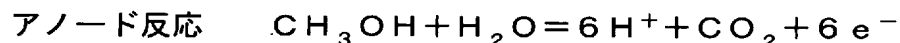
燃料電池セルスタック１２のアノード１２ｂ側では、メタノール水溶液Ｓのメタノールと水とが電気化学反応して二酸化炭素と水素イオンとが生成され、生成された水素イオンは、固体高分子膜１２ａを通してカソード１２ｃ側に流入する。この水素イオンは、カソード１２ｃ側に供給されたエア中の酸素と電気化学反応して、水蒸気と電気エネルギーとが生成される。

#### 【００４６】

すなわち、燃料電池システム１０では、化１で示すような電気化学反応が行われる。

#### 【００４７】

##### 【化１】



#### 【００４８】

発電で発生した水（反応生成水）は未反応のエアとともにカソード１２ｃから排出される。また、燃料電池システム１０では水のクロスオーバーとメタノールのクロスオーバーの現象があることが知られている。

#### 【００４９】

水のクロスオーバーは、上述の電気化学反応のときに固体高分子膜１２ａをアノード１２ｂ側からカソード１２ｃ側へ移動するプロトン（水素イオン）に伴って、数モルの水が伝導される現象である。メタノールクロスオーバーは、上述のプロトンの移動に伴って、メタノールが伝導される現象である。

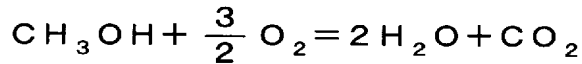
#### 【００５０】

水はそのままカソード１２ｃから排出される。メタノールはカソード１２ｃにおいて化

2で示すように、エアポンプ34から供給されるエアと反応して水と二酸化炭素に分解され、カソード12cから排出される。

【0051】

【化2】



【0052】

これらの水の大部分は液化した状態で排出され水タンク44に与えられるが、飽和水蒸気分はガス状態で排出される。水蒸気の一部は、気液分離器48で露点を下げることによって液化され、水タンク44に回収される。

【0053】

水タンク44に回収された水は化1の反応で必要となるため、水ポンプ62の駆動によって水還流パイプ60を経由して水溶液タンク18に適宜還流される。

水タンク44での水の滞留量は水ドレイン58の位置によって決められ、水ドレイン58より上の位置まで水が滞留することがない。

【0054】

気液分離器48による水蒸気の液化動作は、冷却ファン46を動作させ露点を下げることによって行われるが、この動作は水タンク44に設けられた水位レベルセンサ54からの出力に基づいて制御されてもよい。このようにすれば冷却ファン46による消費電力を削減できる。

【0055】

そして、水溶液タンク18では、燃料タンク14からの高濃度のメタノール燃料Fと水タンク44からの水とが混合・調整され、発電に最適な濃度のメタノール水溶液Sが生成される。

【0056】

ついで、燃料電池システム10の発電終了後の動作について説明する。

図3を参照して、まず発電が終了したか否かが判断される（ステップS1）。発電が終了するまで待機し、発電が終了すると、初期化が行われる（ステップS3）。ここでは、凍結防止処理が行われたか否かを示すフラグAおよび時間経過カウンタがクリアされる。

【0057】

ついで、外気温度センサ70によって外気温度が検出され（ステップS5）、検出された外気温度が低いかなんかが判断される（ステップS7）。これは、外気温度が閾値1（たとえば4℃）以下かなんかに基づいて判断される。外気温度が低ければ図4に示すような凍結防止処理が行われ（ステップS9）、ステップS11に進む。外気温度が低くなければ凍結防止処理を行うことなくステップS11に進む。ステップS11では、クロック回路および電源回路が低消費モード用に切り替えられ低消費モードに入り、燃料電池システム10の一部を低消費状態で起動しておく。そして、30分経過したか否かが判断され（ステップS13）、30分経過すれば、クロック回路および電源回路が通常モード用に切り替えられ（ステップS15）、定期チェックモードに入る。そして、電源電圧が立ち上がるまで待機し（ステップS17）、安定状態になると、外気温度センサ70によって外気温度が検出され、セルスタック温度センサ68によって燃料電池セルスタック12の温度が検出される（ステップS19）。そして、検出された外気温度が低いかなんかが判断され（ステップS21）、外気温度が低ければ、検出された燃料電池セルスタック12の温度が低いかなんかが判断され（ステップS23）、燃料電池セルスタック12の温度も低ければ、ステップS25に進み、フラグAが立っているか否かが判断される。フラグAが立っていないければ、発電終了後まだ一度も凍結防止処理が行われておらず、凍結のおそれありと判断され、ステップS9に戻り凍結防止処理が行われる。

【0058】

なお、ステップS21における外気温度が低いかなんかの判断は、外気温度が閾値1（た

例えば4℃)以下か否かに基づいて行われ、ステップS23におけるスタック温度が低い  
か否かの判断は、スタック温度が閾値2(たとえば0℃)以下か否かに基づいて行われる  
。

#### 【0059】

外気温度が低くないときやスタック温度が低くないときには、時間経過カウンタがアップ  
(カウント値が1インクリメント)され(ステップS27)、ステップS11に戻って  
低消費モードに切り替えられる。時間経過カウンタは30分に1回アップされる。

#### 【0060】

また、ステップS25においてフラグAが立っていれば、既に凍結防止処理を行っている  
ため、フラグAが立ってからすなわち前回の凍結防止処理を行ってから所定時間経過して  
いるか否かが判断される(ステップS29)。これは、時間経過カウンタに基づいて判  
断され、当該所定時間がたとえば2時間に設定されている場合には、カウント値が4以上  
であれば、所定時間経過していると判断される。所定時間経過していなければまだ凍結の  
おそれなしと判断されてステップS23に戻り時間経過カウンタがアップされ、一方、所  
定時間経過していれば凍結のおそれありと判断され、ステップS9に戻り凍結防止処理が  
行われる。

#### 【0061】

上述より、発電を終了した直後には、外気温度が閾値より低い場合に凍結のおそれあり  
と判断される。一旦低消費モードに入れば、外気温度およびスタック温度がともに閾値よ  
り低くかつフラグAが立っていない場合や、外気温度およびスタック温度がともに閾値よ  
り低くかつフラグAが立ってから所定時間以上経過している場合に、凍結のおそれありと  
判断される。

#### 【0062】

次いで、図4を参照して凍結防止処理について説明する。

まず、水ポンプ62が駆動され(ステップS51)、一定時間経過すると(ステップS  
53がYES)、エアポンプ34が駆動され(ステップS55)、水ポンプ62およびエ  
アポンプ34がともに駆動されている状態となる。さらに一定時間経過すると(ステップ  
S57がYES)、エアポンプ34および水ポンプ62の駆動が終了される(ステップS  
59)。これにより、まず、水タンク44内の水がある程度水溶液タンク18へ還流され  
、その後、燃料電池セルスタック12内および第1経路L1内の水が水タンク44に回収  
されながら水タンク44内および第2経路L2内の水が水溶液タンク18へ還流され、最  
最終的に、燃料電池セルスタック12内、第1経路L1内、水タンク44内および第2経路  
L2内の水がすべて水溶液タンク18へ還流される。ここで、最初に水タンク44内の水  
をある程度水溶液タンク18へ還流させるのは、燃料電池セルスタック12内および第1  
経路L1内の水が水タンク44に流入してきても水タンク44から水がオーバーフローし  
ないようにするためである。そして、フラグAが立てられ(ステップS61)、時間経過  
カウンタがクリアされ(ステップS63)、終了する。

#### 【0063】

なお、図3のステップS19においてセルスタック温度を検出する代わりに水タンク4  
4内の水温を検出し、ステップS23においてその水温が低い(所定の閾値以下)か否  
かを判断するようにしてもよい。

#### 【0064】

燃料電池システム10によれば、発電終了後、水タンク44内の水を第2経路L2を介  
してすべて水溶液タンク18へ還流させ、水溶液タンク18内のメタノール水溶液Sに混  
入する。これによって水タンク44内および第2経路L2内に水がなくなるので、水タン  
ク44および第2経路L2の凍結を防止できメタノール水溶液Sの濃度を良好に調整でき  
る。また、水タンク44および水溶液タンク18間の第2経路L2は既存の水還流パイプ  
60を用いて構成できるのでシステム構成は複雑にならず、さらに、水タンク44内のす  
べての水を水溶液タンク18へ還流させるので、水が外部に漏れるおそれもない。なお、  
水溶液タンク18内のメタノール水溶液Sは水よりも凝固点が高いので凍結しにくい。

#### 【0065】

また、次に発電を開始するとき、メタノール水溶液Sの濃度が所定より薄く調整されていることになるので、発電時に高濃度のメタノール燃料Fを追加すればよく、水不足も起こらない。

#### 【0066】

さらに、燃料電池セルスタック12内および第1経路内L1の水も水溶液タンク18へ還流させるので、燃料電池セルスタック12および水タンク44間の凍結も防止でき燃料電池セルスタック12からのエアの排出および水の回収も円滑となる。

#### 【0067】

また、凍結のおそれがある場合に逐次水を水溶液タンク18へ還流することによって、水のクロスオーバー現象や第1経路L1内の水蒸気が液化する場合に対処でき、凍結を効果的に防止できる。また、発電終了後に、定期的ではなく凍結のおそれがあるときに水を水溶液タンク18へ還流させるので、水の還流に要する電力消費を抑えることができる。

#### 【0068】

また、発電動作を終了した直後に外気温度に拘わらず一度凍結防止処理を行い、さらに所定時間後に再度凍結防止処理を行うようにしてもよい。このようにしても水のクロスオーバー現象や第1経路L1内の水蒸気が液化する場合に効果的に対処できる。

#### 【0069】

この発明は特に、燃料電池システム10のカソード側の凍結を防止するために有効である。

#### 【0070】

このような燃料電池システム10は、図5に示すような自動二輪車200に好適に用いられる。

自動二輪車200は、図示しないステアリング軸の上端にハンドル202が取り付けられ、ステアリング軸の下部には左右一対のフロントフォーク204が取り付けられる。各フロントフォーク204の下部において前輪206が回転可能に軸支される。ハンドル202の中央部にはメータ108が配置され、該メータ108の前方には、ヘッドランプ208が配置され、その両側にはフラッシュランプ210がそれぞれ設けられる。

#### 【0071】

自動二輪車200では、上方に開いた円弧状の図示しない車体フレームがハンドル202の下方から後方に設けられ、その後端部上方にはシート（座席）212が配置される。また、車体フレームはリヤアーム214の前端部を支持しリヤアーム214の後端部が上下揺動自在とされている。リヤアーム214の後端部において駆動輪である後輪216が回転自在に軸支される。

#### 【0072】

自動二輪車200では、車体フレーム内に燃料電池システム10が円弧状に配置される。リヤアーム214内には、制御回路72、電動モータおよび駆動機構（ともに図示せず）が設けられ、制御回路72からの指示によって燃料電池セルスタック12で発生した電気エネルギーを電動モータに供給して当該電動モータを回転させ、電動モータの回転力を駆動機構が後輪216に伝達することで、自動二輪車200が走行する。

#### 【0073】

燃料電池システム10を上方からしかもハンドル202近傍まで上カバー218が覆う。上カバー218の前部には、乗員の足を保護するレッグシールド（泥よけ）220が取り付けられる。

#### 【0074】

上カバー218の両側端面にはそれぞれ左カバー222と右カバー224とが連設される。左カバー222と右カバー224とはともに透明な部材で構成されており、燃料電池システム10を視認できる。

#### 【0075】

このような透明の左カバー222と右カバー224の双方に下カバー226が連設され

る。下カバー２２６は、リヤアーム２１４が突出するように切り欠かれている。

【００７６】

下カバー２２６の前端部は、前輪２０６の上方まで延びてフロントキャリア２２８を構成する。また、下カバー２２６の後端部は、後輪２１６の上方まで延びてリアキャリア２３０を構成する。また、フロントキャリア２２８からヘッドランプ２０８へとフロントカバー２３２が設けられている。フロントカバー２３２は、左カバー２２２と右カバー２２４５の双方に連設される。

【００７７】

なお、燃料電池システム１０は自動二輪車だけではなく、自動車、船舶等の任意の輸送機器に用いることができる。

【００７８】

また、この発明は、メタノール水蒸気改質器搭載タイプの燃料電池システムにも適用できる。

【図面の簡単な説明】

【００７９】

【図１】この発明の一実施形態の要部を示す図解図である。

【図２】この発明の一実施形態の電氣的構成を示すブロック図である。

【図３】この発明の動作の一例を示すフロー図である。

【図４】凍結防止処理動作の一例を示すフロー図である。

【図５】直接メタノール型燃料電池システムを搭載した自動二輪車を示す側面図である。

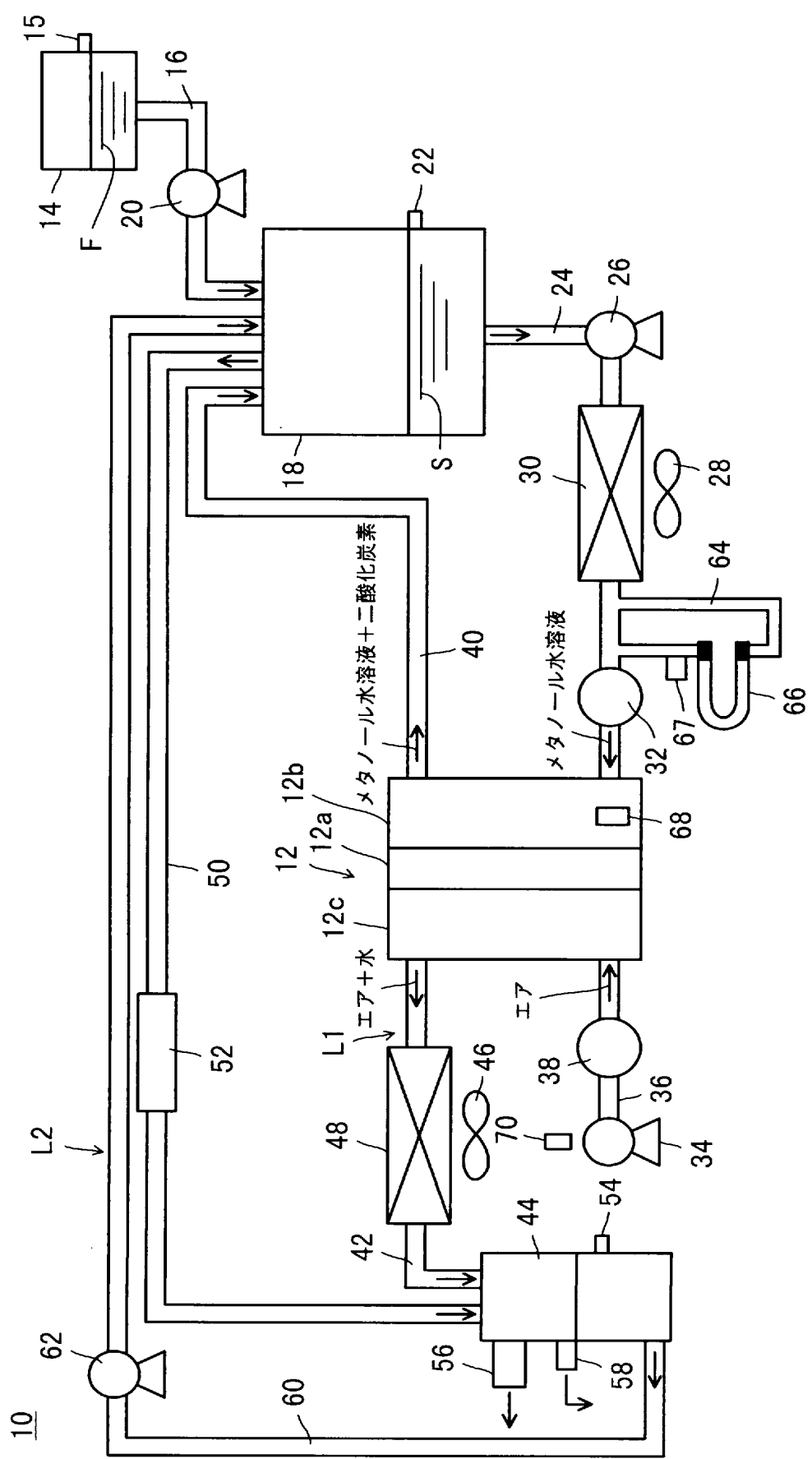
【符号の説明】

【００８０】

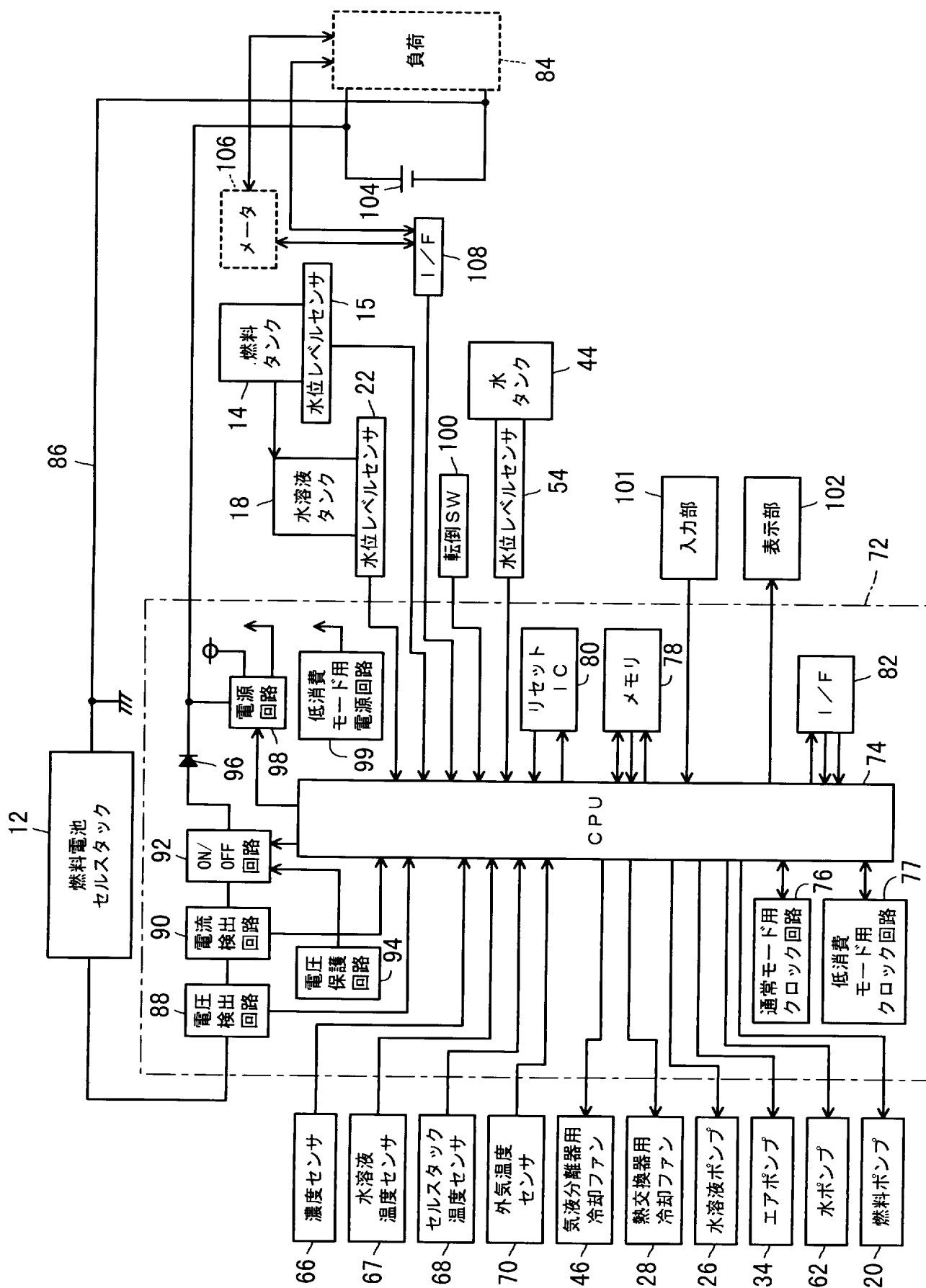
１０	直接メタノール型燃料電池システム
１２	燃料電池セルスタック
１８	水溶液タンク
３４	エアポンプ
４４	水タンク
６２	水ポンプ
６７	水溶液温度センサ
６８	セルスタック温度センサ
７０	外気温度センサ
７２	制御回路
７４	ＣＰＵ
７６	通常モード用クロック回路
７７	低消費モード用クロック回路
７８	メモリ
８４	負荷
９８	電源回路
９９	低消費モード用電源回路
２００	自動二輪車
F	メタノール燃料
S	メタノール水溶液
L 1	第１経路
L 2	第２経路

【書類名】 図面

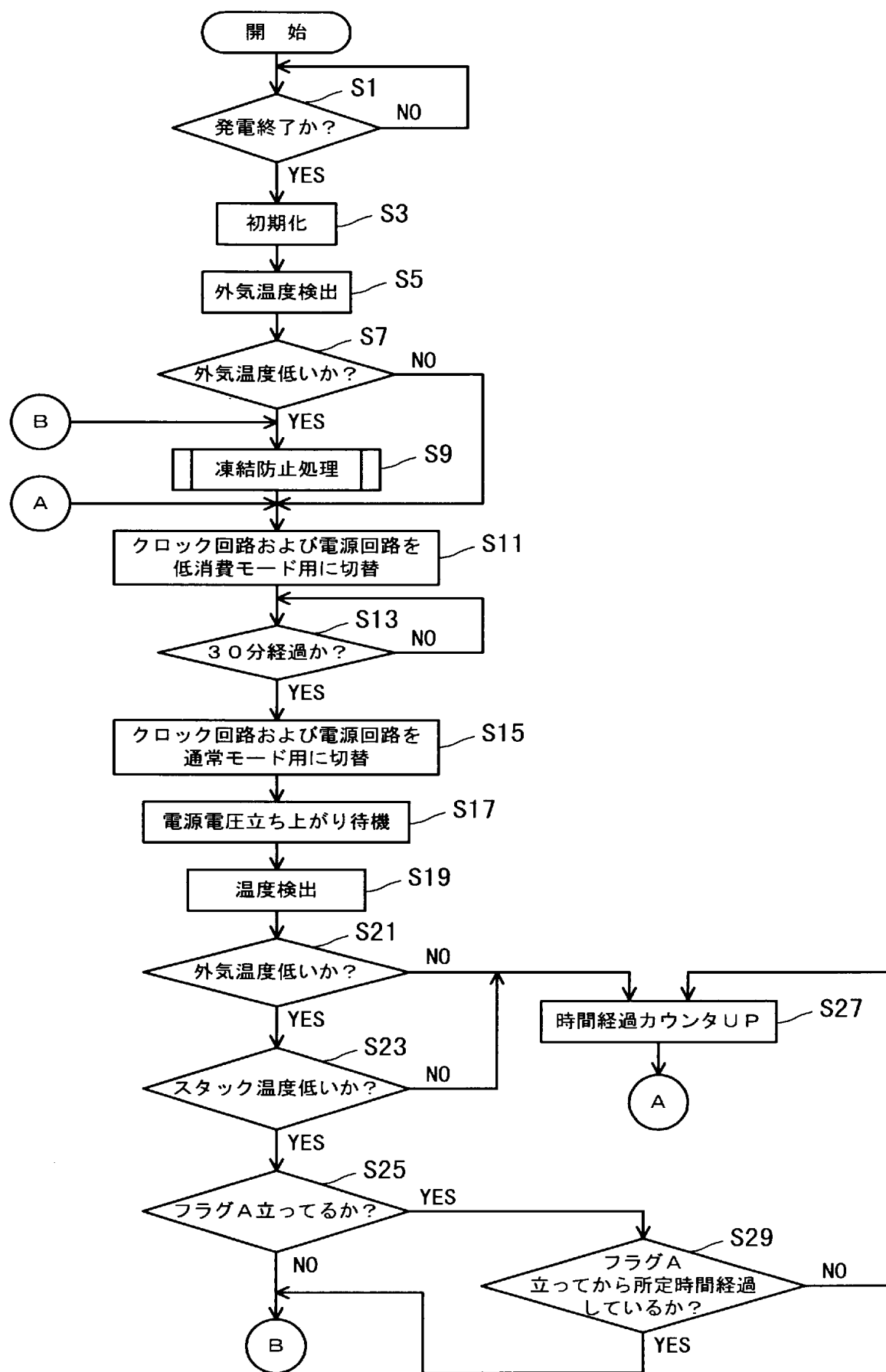
【図 1】





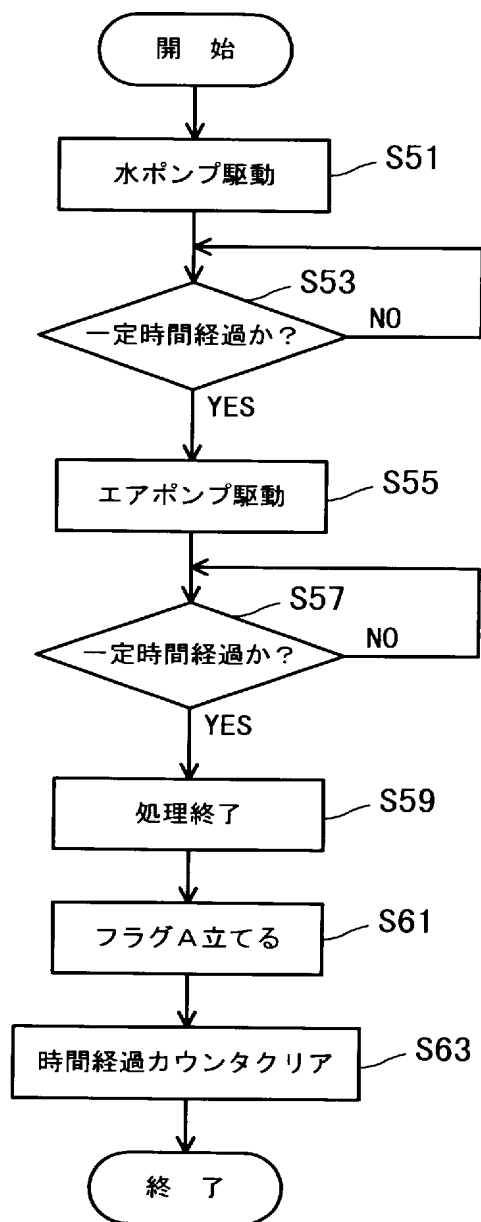


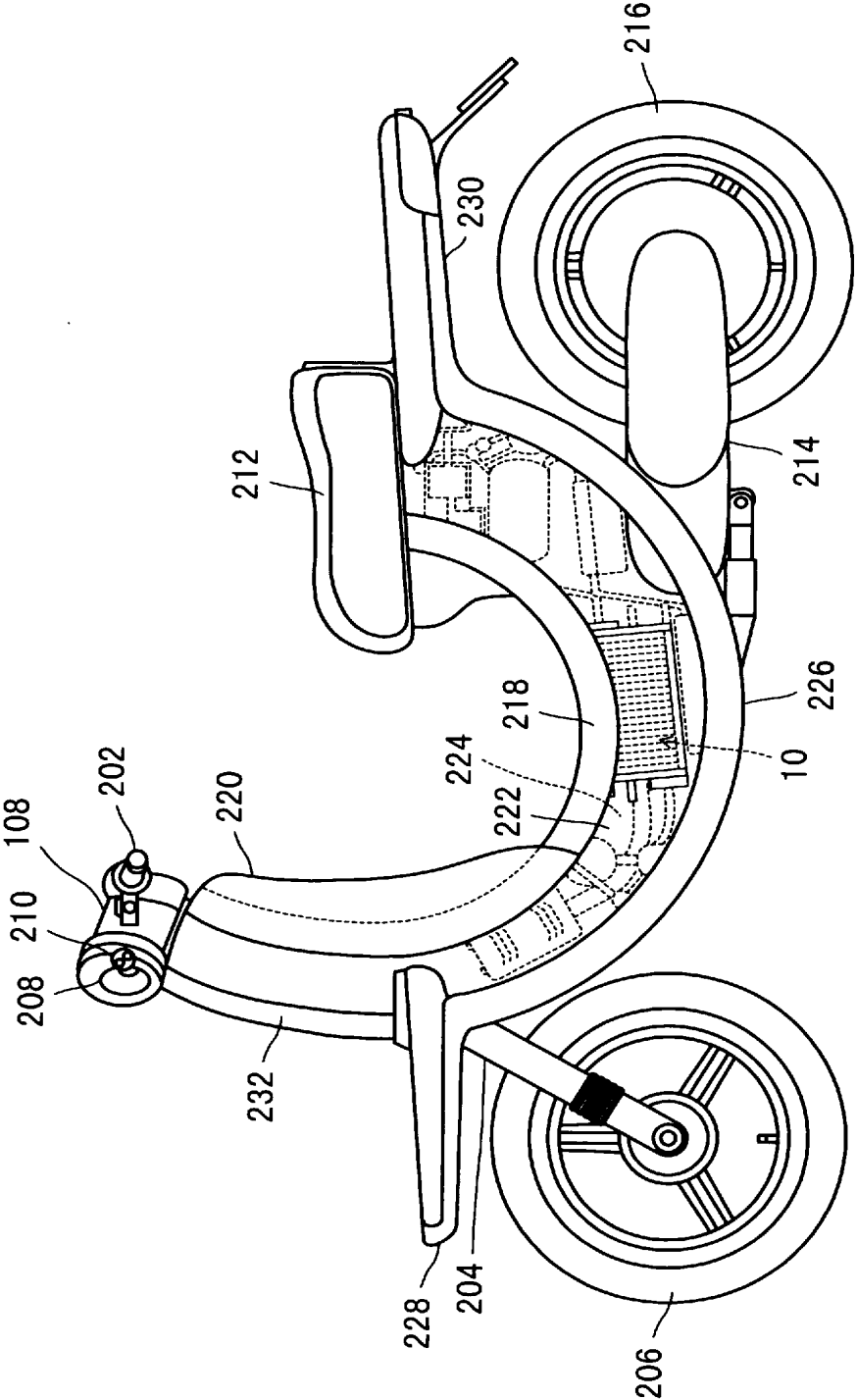
【図 3】



【図 4】

凍結防止処理





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 外部に排水することなく簡単な構成で水タンクおよび第２経路の凍結を防止できる、燃料電池システムを提供する。

【解決手段】 燃料電池システム１０は、電気化学反応によって電気エネルギーを発生させる燃料電池セルスタック１２、燃料電池セルスタック１２から排出される水を収容する水タンク４４、燃料電池セルスタック１２と水タンク４４とを接続する第１経路Ｌ１、メタノール水溶液Ｓを収容する水溶液タンク１８、および水タンク４４と水溶液タンク１８とを接続する第２経路Ｌ２を備え、燃料電池セルスタック１２の発電終了後に、水タンク４４内の水を第２経路Ｌ２を介して水溶液タンク１８へ還流させることを特徴とする。

【選択図】 図１

## 出願人履歴

0 0 0 0 1 0 0 7 6

19900829

新規登録

静岡県磐田市新貝 2 5 0 0 番地

ヤマハ発動機株式会社